Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій
ім. О. О. Зеленського (№ 504)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



_____ Олег ЄРЕМЕЄВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

31 серпня 2026 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи машинного навчання

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 126 «Інформаційні системи та технології»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Штучний інтелект та інформаційні системи»
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2026

Харків – 2026 р.

Розробник: Рубель А. С., доцент, доктор філософії
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання) (підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри інформаційно-комунікаційних технологій ім. О. О. Зеленського (№ 504)
(назва кафедри)

Протокол № 1 від «31» серпня 2026 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор (науковий ступінь і вчене звання) (підпис) Володимир ЛУКІН (ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувачка гр. 538 (підпис) Марія ТРОФИМОВА (ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Рубель Андрій Сергійович
Посада: доцент
Науковий ступінь: доктор філософії (PhD)
Вчене звання: -
Перелік дисциплін, які викладає: *Цифрова обробка сигналів (КР); Основи машинного навчання; Програмування мобільних додатків; Кібербезпека інфокомунікаційних систем*
Напрями наукових досліджень: *цифрова обробка зображень, цифрова обробка сигналів, машинне навчання*
Контактна інформація: a.rubel@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	5-й
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов’язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	4,5 кредити ЄКТС / 135 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 71)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік
Пререквізити	«Основи програмування на Python», «Алгоритми і структури даних», «Системний аналіз і математичне моделювання інформаційних систем»

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – набуття студентами знань, основних принципів і практичних навичок в області аналізу даних і машинного навчання для вирішення прикладних задач у різних галузях в умовах широкого використання сучасних інформаційних технологій.

Завдання – вивчення основних алгоритмів машинного навчання і оволодіння практичними навичками побудови моделей машинного навчання з використанням мови програмування Python.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в області інформаційних систем та технологій, або в процесі навчання, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, які потребують застосування теорії та методів інформаційних технологій.

Загальні компетентності (ЗК):

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність розробляти та управляти проектами;
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

Спеціальні компетентності:

- здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область;
- здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно-апаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними;
- здатність проектувати, розробляти та використовувати засоби реалізації інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій (методичні, інформаційні, алгоритмічні, технічні, програмні та інші);
- здатність використовувати сучасні інформаційні системи та технології (виробничі, підтримки прийняття рішень, інтелектуального аналізу даних та інші), методики й техніки кібербезпеки під час виконання функціональних завдань та обов'язків;
- здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів;
- здатність управляти та користуватися сучасними інформаційно-комунікаційними системами та технологіями (у тому числі такими, що базуються на використанні Інтернет);
- здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень;
- здатність формувати нові конкурентоспроможні ідеї й реалізовувати їх у проектах (стартапах).

Програмні результати навчання:

- застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій;

- демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності;
- застосовувати правила оформлення проектних матеріалів інформаційних систем та технологій, знати склад та послідовність виконання проектних робіт з урахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів для запровадження у професійній діяльності.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Основи теорії машинного навчання

Тема 1. Вступ до машинного навчання.

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в учбовому плані. Штучний інтелект і машинне навчання як його складова частина. Основні поняття машинного навчання: дані, ознаки, алгоритми. Основні позначення. Постановка завдання машинного навчання. Класифікація методів машинного навчання. Приклади прикладних завдань машинного навчання. Методологія машинного навчання CRISP-DM. Основні інструменти і бібліотеки.

Лекція № 1. Вступ до дисципліни. Основні поняття і позначення.

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції.

Тема 2. Лінійна алгебра і бібліотеки Python.

Лінійна алгебра у машинному навчанні. Вектори, векторний простір, матриці і операції над ними. Розв'язання систем лінійних рівнянь. Власні вектори і власні значення. Бібліотеки Python (NumPy, SciPy) і лінійна алгебра.

Лекція № 2. Лінійна алгебра і бібліотека Python.

Практична робота «Бібліотеки Python і лінійна алгебра».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичної роботи.

Тема 3. Обробка і аналіз даних за допомогою бібліотеки Pandas.

Дані. Основи роботи з даними у бібліотеці Pandas. Основні структури даних бібліотеки Pandas. Основи попередньої обробки і аналізу даних. Завантаження, запис, очищення, фільтрація, обробка і групування даних у pandas.

Лекція № 3. Обробка даних за допомогою бібліотеки Pandas.

Практична робота «Обробка даних за допомогою бібліотеки Pandas».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичної роботи.

Тема 4. Регресія. Лінійна регресія. Лінійні моделі машинного навчання. Регресія. Формулювання завдання лінійної регресії. Метод найменших квадратів (МНК). Зведення до задачі оптимізації. Функція втрат. Аналітичний розв'язок МНК. Наближений чисельний метод розв'язання МНК. Алгоритм градієнтного спуску. Стохастичний градієнтний спуск. Теорема Гаусса-Маркова. Проблеми аналітичного методу МНК. Проблема мультиколінеарності. Розкладання помилки прогнозу лінійної регресії на зміщення (bias) і розкид (variance). Проблема недонавчання і перенавчання моделі. Регуляризація лінійної регресії. Регресія LASSO. Гребенева (Ridge) регресія. ElasticNet. Критерії якості моделі. Метрики регресії: середньоквадратична похибка (MSE, RMSE), коефіцієнт детермінації, середня абсолютна похибка (MAE), середня абсолютна відсоткова помилка(MAPE). Вибір метрики.

Лекція № 4. Лінійна регресія.

Лекція № 5. Регуляризація регресії.

Лекція № 6. Метрики регресії.

Практична робота «Лінійна регресія».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичної роботи.

Тема 5. Поліноміальна регресія.

Модель поліноміальної регресії. Вибір ступеню полінома. Проблема перенавчання моделі.

Лекція № 7. Поліноміальна регресія. Проблема перенавчання і недонавчання моделі.

Практична робота «Поліноміальна регресія».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичної роботи.

Тема 6. Масштабування ознак і валідація моделі.

Масштабування ознак. Стандартизація ознак. Нормалізація ознак. Крос-валідація моделі. Розбиття вибірки на навчальну і тестову вибірки. Підбір гіперпараметрів моделей. Grid search.

Лекція № 8. Масштабування ознак і валідація моделі.

Практична робота «Масштабування ознак і валідація моделі».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичної роботи, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 1 «Основи теорії машинного навчання».

Змістовний модуль 2. Класичні методи машинного навчання

Тема 7. Класифікація. Логістична регресія.

Лінійна класифікація. Постановка задачі лінійної класифікації. Бінарна класифікація. Логістична регресія як лінійний класифікатор. Логістична функція. Оцінка максимальної правдоподібності і логістична регресія. Регуляризація логістичної регресії. Багатокласова класифікація. Багатокласова логістична регресія. Метрики класифікації: метрика Accuracy, матриця помилок (confusionmatrix), точність (precision), повнота (recall), міра F1, TPR (true positive rate), FPR (false positive rate), AUC, крива ROC.

Лекція № 9. Бінарна класифікація. Логістична регресія.

Лекція № 10. Багатокласова класифікація. Багатокласова логістична регресія. Метрики класифікації.

Практична робота «Логістична регресія».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичної роботи.

Тема 8. Метричні методи навчання.

Метричні методи навчання. Постановка задачі класифікації у випадку використання метода найближчих сусідів. Метод k найближчих сусідів (k-nearest neighbors (KNN)). Метрики відстані. Пошук найближчих сусідів. Постановка задачі регресії у випадку використання метода найближчих сусідів. Ядерна регресія. Формула Надарая–Ватсона.

Лекція № 11. Метричні методи навчання. Метод k найближчих сусідів.

Практична робота «Метод найближчого сусіда».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичної роботи.

Тема 9. Дерева рішень.

Визначення вирішального дерева. Критерії розгалуження. Критерій інформативності у задачі регресії. Критерій інформативності у задачі класифікації. Критерій Джині (Gini index). Методи регуляризації дерев рішень.

Лекція № 12. Дерева рішень.

Лекція № 13. Регуляризація дерев рішень.

Практична робота «Дерева рішень».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичної роботи.

Тема 10. Випадковий ліс.

Композиція моделей (ансамблі). Bagging. Bagging для дерев рішень. Випадковий ліс для побудови моделі класифікації. Побудова моделі випадкового лісу для задачі регресії.

Лекція № 14. Випадковий ліс.

Практична робота «Випадковий ліс».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекції, виконання практичної роботи.

Тема 11. Навчання без учителя. Кластеризація.

Постановка задачі навчання без учителя. Задача кластеризації. Кластеризація методом k-середніх. Вибір початкового наближення і метрики відстані. Ієрархічна кластеризація. Алгоритм DBSCAN. Метрики якості кластеризації.

Лекція № 15. Навчання без учителя. Кластеризація методом k-середніх.

Лекція № 16. Ієрархічна кластеризація. Метрики якості кластеризації.

Практична робота «Кластеризація».

Самостійна робота здобувача освіти: опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичної роботи, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 2 «Класичні методи машинного навчання».

5. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

6. Методи навчання

Використовуються наступні методи навчання: словесні, наочні та практичні, а саме: проведення лекцій (із застосуванням пояснювально-ілюстративного та проблемного викладання навчального матеріалу), робота на практичних заняттях (із застосуванням як репродуктивного методу, так і проблемного викладання), консультації протягом семестру, самостійна робота за матеріалами, опублікованими кафедрою, використання мережі Internet.

7. Методи контролю

Поточний контроль: виконання практичних завдань, контроль засвоєння навчального матеріалу, запланованого на самостійне опрацювання студентом.

Контроль:

- поточний контроль (оцінювання роботи студентів на практичних заняттях);
- модульний контроль за змістовними модулями

Семестровий контроль – іспит (проводиться у формі тестових завдань).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Модульний контроль (теми 1–6)	0…30	1	**0…30**
Виконання і захист практичних робіт	0..4	5	**0..20**
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист практичних робіт	0…4	5	**0…20**
Модульний контроль (теми 7-11)	0…30	1	**0…30**
Усього за семестр			**0..100**

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного контролю і за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку

студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Виконати всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вирішувати найпростіші задачі модульного контролю. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися під час виконання практичних робіт.

Добре (75-89). Показати середній рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріпляти вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Виконати всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вміти застосовувати типові алгоритми та програмні рішення, подібні використовуваним на практичних заняттях.

Відмінно (90-100). Показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Виконати всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх на практиці.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Відвідування лекційних та практичних занять є обов’язковим. Допускаються пропуски занять з таких поважних причин, як хвороба, сімейні обставини, участь в олімпіаді, творчому конкурсі тощо за попереднього домовленістю та згодою викладача за умови дозволу деканату (викладачу надаються копії довідок, документів або інших матеріалів, які підтверджують причину пропуску). За умов дистанційного навчання поважними причинами пропусків можуть бути порушення у функціонуванні електромереж і збої в роботі Інтернету. Відпрацювання пропущених занять є обов’язковим незалежно від причини пропущеного заняття. Відпрацювання лекційного

матеріалу передбачає самостійне вивчення пропущеного теоретичного матеріалу та складання тесту за цим матеріалом. Відпрацювання практичного заняття полягає в самостійному виконанні завдань пропущеної практичної роботи та складанні письмового звіту з роботи.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Кодексом академічної доброчесності та забезпечення її дотримання Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут». Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етики в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут».

10. Методичне забезпечення

1. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання *Ментор* знаходиться за посиланням: https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=7504
2. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Прикладний аналіз даних на Python" для бакалаврів / М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", Каф. вищ. математики та систем. аналізу (№ 405); розроб. В. О. Макарічев. - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. - 177 с . - http://library.khai.edu/library/fulltexts/2021/complex/
3. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Програмування на PYTHON" для бакалаврів / М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", Каф. вищ. математики та систем. аналізу (№ 405) ; розроб. В. О. Макарічев. - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. - 133 с . - http://library.khai.edu/library/fulltexts/2021/complex/

11. Рекомендована література

Базова

1. Басюк, Т. М. Машинне навчання : навчальний посібник призначений для студентів, що навчаються за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти за спеціальностями галузі знань 12 "Інформаційні технології" /Т.М. Басюк, В.В. Литвин, Л.М. Захарія, Н.Е. Кунанець; Національний університет "Львівська політехніка", Інститут комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Кафедра інформаційних систем та мереж. – Львів :Видавництво "Новий світ-2000", 2021. – 329 с.

Додаткова

1. Маттес Е. Пришвидшений курс Python: практичний, проєктно-орієнтований вступ до програмування / Е. Маттес. - Львів. - Вид-во Старого Лева, 2021. - 600 с.

12. Інформаційні ресурси

1. https://www.python.org/doc/

2. https://jupyter.org/
3. Google Colab, https://colab.research.google.com/notebooks/welcome.ipynb?hl=uk
4. https://numpy.org/doc/stable/
5. https://matplotlib.org/stable/users/index.html
6. Matplotlib tutorials, https://matplotlib.org/stable/tutorials/index.html
7. Pandas documentation, https://pandas.pydata.org/docs/
8. Seabornuser guide and tutorial, https://seaborn.pydata.org/tutorial.html
9. Бібліотека scikit-learn, https://scikit-learn.org/stable/